

## Circuit for detecting changes in capacitance

**Publication number:** EP1164380

**Publication date:** 2001-12-19

**Inventor:** KOHLER ARMIN DR (DE); POK ULRICH DIPLO-ING (DE)

**Applicant:** RECHNER IND ELEKTRONIK GMBH (DE)

**Classification:**

- **international:** G01R27/26; G01R27/26; (IPC1-7): G01R27/26

- **europen:** G01R27/26B

**Application number:** EP20010112530 20010523

**Priority number(s):** DE20001027507 20000606

**Also published as:**

EP1164380 (A3)

EP1164380 (B1)

DE10027507 (C1)

**Cited documents:**

US1369403

US2498103

DE630895

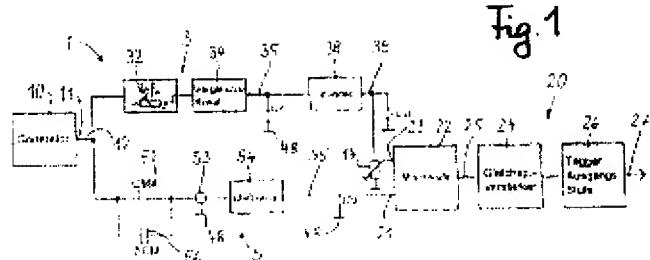
DE19843749

US4093915

[Report a data error here](#)

### Abstract of EP1164380

A first capacitor, whose changes are to be detected in a first arm of a bridge is supplied with AC voltage. A reference resistor is in a second parallel arm. Both arms (3,5) have the same transfer characteristic for an AC generator (10) output. The amplified and rectified reference resistor output is subtracted from the amplified and rectified capacitor output and the resulting change signal fed to an indicator circuit (20). An Independent claim is also included for a use of the circuit for detecting objects or materials between the plates of a capacitor with different dielectric constants and its use as a proximity sensor.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 164 380 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
19.12.2001 Patentblatt 2001/51

(51) Int Cl. 7: G01R 27/26

(21) Anmeldenummer: 01112530.9

(22) Anmeldetag: 23.05.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU

MC NL PT SE TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 06.06.2000 DE 10027507

(71) Anmelder: Rechner Industrie-Elektronik GmbH  
68623 Lampertheim (DE)

(72) Erfinder:

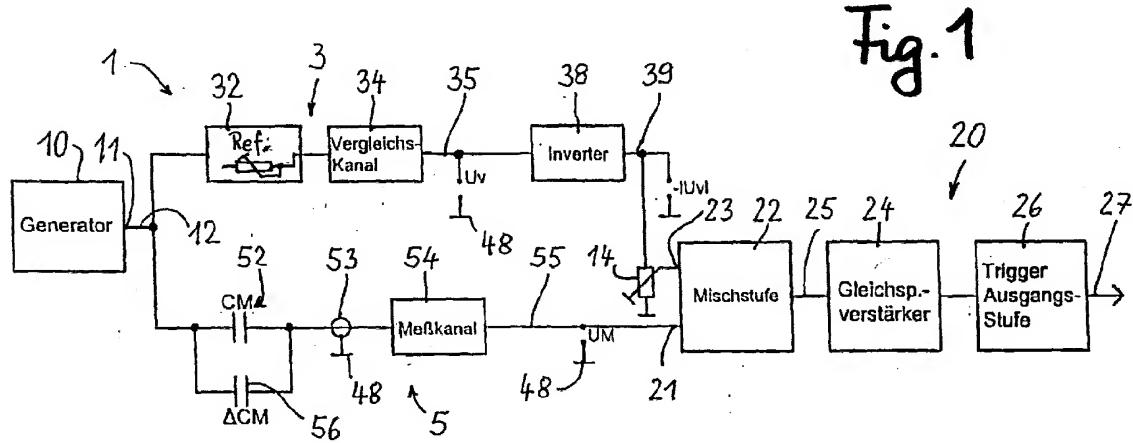
- Kohler, Armin, Dr.  
68623 Lampertheim (DE)
- Pok, Ulrich, Dipl.-Ing.  
06120 Halle (DE)

(74) Vertreter: Zinngrebe, Horst, Dr.rer.nat.  
Saalbaustrasse 11  
64283 Darmstadt (DE)

## (54) Schaltungsanordnung zur Erfassung von Kapazitätsänderungen

(57) Beschrieben ist eine Schaltungsanordnung zum Erfassen von Kapazitätsänderungen eines Kondensators, bei der in einem ersten Brückenzweig einer mit einer Wechselspannung beaufschlagten Brückenschaltung der Kondensator und in einem elektrisch parallelen zweiten Brückenzweig ein Referenzwiderstand vorgesehen sind. Zur Vereinfachung der Erfassung ist

vorgesehen, dass die beiden Brückenzweige für das Ausgangssignal eines Wechselspannungsgenerators gleiche Übertragungseigenschaften haben, das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal von dem verstärkten und gleichgerichteten Kondensator-Ausgangssignal subtrahiert und das sich aus der Subtraktion ergebende Änderungssignal einer Anzeigeschaltung zugeführt wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Erfassen von Kapazitätsänderungen eines Kondensators, bei der in einem ersten Brückenzweig einer mit einer Wechselspannung beaufschlagten Brückenschaltung der Kondensator und in einem elektrisch parallelen zweiten Brückenzweig ein Referenzwiderstand vorgesehen sind.

**[0002]** In dem Dokument DE 198 43 749 A1 ist ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Auswertung kleiner Kapazitätsänderungen beschrieben, bei einer mit einer Wechselspannung beaufschlagten Brückenschaltung verwendet wird. Im ersten Brückenzweig liegt eine Reihenschaltung aus einem festen und einem veränderlichen Kondensator, im zweiten Brückenzweig ist eine Reihenschaltung aus zwei festen Kondensatoren vorgesehen. Von beiden Zweigen werden je eine Teilspannung abgegriffen und für eine Auswertung bereit gestellt.

**[0003]** Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die eingangs genannte Erfassung von Kapazitätsänderungen mit einfacheren Mitteln zu realisieren.

**[0004]** Bei einer Schaltungsanordnung zum Erfassen von Kapazitätsänderungen eines Kondensators, bei der in einem ersten Brückenzweig einer mit einer Wechselspannung beaufschlagten Brückenschaltung der Kondensator und in einem elektrisch parallelen, zweiten Brückenzweig ein Referenzwiderstand vorgesehen sind, zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass die beiden Brückenzweige für das Ausgangssignal eines Wechselspannungsgenerators gleiche Übertragungseigenschaften haben, das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal von dem verstärkten und gleichgerichteten Kondensator-Ausgangssignal subtrahiert und das sich aus der Subtraktion ergebende Änderungssignal einer Anzeigeschaltung zugeführt wird.

**[0005]** Da nach der Erfindung das Änderungssignal von der Grundkapazität des Kondensators unabhängig ist, ermöglicht sie die Erfassung des absoluten Wertes der Kapazitätsänderung. Liegt daher die Kapazitätsänderung wegen ihrer Kleinheit sehr nahe an der durch die Anzeigeschaltung vorgegebenen Erfassbarkeitsgrenze, braucht nach der Erfindung bei sonst gleichen äußeren Verhältnissen nur die Grundkapazität des Kondensators so erhöht werden, dass die entsprechend erhöhte Kapazitätsänderung im sicheren Erfassbarkeitsbereich liegt. Auf diese Weise lassen sich selbst kleinste auf bestimmte Meßvolumen bezogene Kapazitätsänderungen zuverlässig feststellen.

**[0006]** Wenn in bevorzugter Ausführungsform der Erfindung der Referenzwiderstand ein rein Ohm'scher Widerstand ist, sind außer dem Kondensator mit veränderlicher Kapazität keine weiteren Kondensatoren, deren Kapazität üblicherweise einen erheblichen Temperaturgang aufweist, erforderlich.

**[0007]** Die Verstärkung und Gleichrichtung des Referenzwiderstands-Ausgangssignals kann zweckmäßig in einem üblichen Wechselspannungsverstärker mit nachfolgender Gleichrichtung geschehen. Ein elektrisch möglichst gleichartiger Wechselspannungsverstärker mit nachgeschalteter Gleichrichtung kann zur Verstärkung und Gleichrichtung des Kondensator-Ausgangssignals vorgesehen sein. Um eine mögliche temperaturbedingte Drift beider Wechselspannungsverstärker möglichst gleich zu machen, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass beide Wechselspannungsverstärker mit Gleichrichtern in inniger körperlicher Verbindung beispielsweise als integrierter Schaltkreis angeordnet sind.

**[0008]** In weiterer Ausführungsform der Erfindung kann die Differenzbildung durch Invertieren des Referenzwiderstands-Ausgangssignals und Zuführen des invertierten Referenzwiderstands-Ausgangssignals sowie des verstärkten und gleichgerichteten Kondensator-Ausgangssignals zu je einem Eingang eines Summierers realisiert sein.

**[0009]** Erfindungsgemäß soll das Änderungssignal den Wert Null haben, wenn die Kapazitätsänderung des Kondensators ebenfalls Null ist. Für diese Situation empfiehlt sich ein Abgleich für das verstärkte, gleichgerichtete und gegebenenfalls invertierte Referenzwiderstands-Ausgangssignal an das verstärkte und gleichgerichtete Kondensator-Ausgangssignal in der Weise, dass das verstärkte und gleichgerichtete sowie gegebenenfalls invertierte Referenzwiderstands-Ausgangssignal über einen zweckmäßig ohmschen Spannungsteiler mit verstellbarem Abgriff dem Differenz- oder Summenbildner zugeführt wird.

**[0010]** Wenn in Durchführung der Erfindung zur sicheren Erfassbarkeit des Änderungssignals die Kapazität des Kondensators erhöht werden muß, empfiehlt es sich, den Referenzwiderstand veränderbar auszubilden, so daß bei Übergang zu einem Kondensator anderer Kapazität ein entsprechend anderer Referenzwiderstand benutzt wird.

**[0011]** Die Genauigkeit der Erfassung der Kapazitätsänderung wird verbessert, wenn das Ausgangssignal des Wechselspannungsgenerators stabilisiert ist, eine Temperaturdrift also nicht auftritt. Dies läßt sich nach einer Weiterbildung der Erfindung durch einen zusätzlichen Regelkreis erreichen, wonach in einem Regelverstärker das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal als Ist-Signal mit einem Spannungsnormal als Soll-Signal verglichen und als Vergleichsergebnis ein Stellsignal vom Regelverstärker auf einen Steuer-Eingang des Wechselspannungsverstärker gegeben wird. Damit wird erreicht, dass das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal stets auf einem Wert verbleibt, der dem Spannungsnormal gleicht.

**[0012]** In Ausgestaltung der Erfindung weist die Auswerteschaltung einen Gleichspannungsverstärker für das Änderungssignal sowie eine nachgeschaltete Trig-

gerstufe auf. Ferner empfiehlt es sich, den positiv verstärkenden Gleichspannungsverstärker mit dem negativ verstärkenden Inverter in inniger körperlicher Verbindung zu einer integrierten Schaltung zu vereinigen, um eine mögliche Temperaturdrift beider Schaltungen zu kompensieren.

[0013] Die Erfindung ist mit besonderem Vorteil im Rahmen eines kapazitiven Sensors verwendbar, welcher eine Veränderung der Dielektrizitätskonstanten zwischen den Platten des Kondensators erfaßt. Mit der Erfindung ist es möglich, das Auftreten eines Stoffes zwischen den Platten des Kondensators sicher zu detektieren, der beispielsweise wie geschäumtes Polystyrol eine Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r < 1,1$  besitzt. Andererseits kann mit der Erfindung auch ein Material mit einer hohen Dielektrizitätskonstanten wie beispielsweise Wasser mit  $\epsilon_r = 81$  erfaßt werden.

[0014] Ferner kann die Erfindung als hochempfindlicher Annäherungssensor verwendet werden, indem eine der Kondensatorplatten mit Masse verbunden wird. So erlaubt die Erfindung die sichere Erfassung der Änderung von etwa 0,1pF bei einer nahezu beliebig großen Kondensatorkapazität.

[0015] Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine erste Ausführungsform einer Schaltungsanordnung zur Erfassung von Kapazitätsänderungen;

Fig. 2: einen zur Schaltungsanordnung nach Fig. 1 zusätzlichen Regelkreis, und

Fig. 3: eine Variante zur Schaltungsanordnung nach Fig. 2.

[0016] Die Schaltungsanordnung nach Fig. 1 weist eine Art Brückenschaltung auf, die im ganzen mit 1 bezeichnet und aus einem ersten Brückenzweig 5 sowie einem zu diesem parallel geschalteten zweiten Brückenzweig 3 gebildet ist. Eingangsseitig wird die Brückenschaltung von einem Wechselspannungsgenerator 10 in der Weise mit einer Wechselspannung beaufschlagt, dass der Ausgang 11 des Wechselspannungsgenerators 10 einerseits zum ersten Brückenzweig 5 und andererseits zum zweiten Brückenzweig 3 geführt ist.

[0017] Im ersten Brückenzweig 5 liegt eine Reihenschaltung aus dem Meßkondensator 52 und einem Meßkanal 54, der seinerseits eine Reihenschaltung aus einem im einzelnen nicht dargestellten Wechselspannungsverstärker und Gleichrichter umfaßt. Das auf der Ausgangsleitung 55 des Meßkanals 54 auftretende, gleichgerichtete Signal gegen Bezugspotential 48 ist mit UM bezeichnet. Die Abschirmung 53 des den Konden-

sator 52 mit dem Eingang des Meßkanals verbindenden Kabels liegt auf Bezugspotential.

[0018] Der Meßkondensator 52 besitzt eine Grundkapazität, die sich aus den geometrischen Verhältnissen der Anordnung ergibt, sowie einen veränderbaren Kapazitätsanteil, der sich aus der zu messenden Veränderung, wie z.B. Material vorhanden bzw. nicht vorhanden, ergibt, und der in der Schaltung als ein dem Meßkondensator 52 parallel geschalteter Kondensator 56 mit veränderlicher Kapazität  $\Delta CM$  eingetragen ist. Der zweckmäßig niedrige Eingangswiderstand des Meßkanals 54 und der Meßkondensator 52 bilden einen Spannungsteiler.

[0019] Der zweite Brückenzweig 3 weist eine Reihenschaltung aus einem veränderbaren Ohm'schen Referenzwiderstand 32, einem diesen nachgeschalteten Vergleichskanal 34 und einem letzteren nachgeschalteten Inverter 38 auf. Der Referenzwiderstand 32 bildet mit dem Eingangswiderstand des Vergleichskanals einen Ohm'schen Spannungsteiler gegen Bezugspotential, dessen Abgriff dem Eingang des Vergleichskanals 34 zugeführt ist. Der Vergleichskanal 34 umfaßt einen nicht dargestellten Wechselspannungsverstärker mit nachgeschaltetem Gleichrichter, so dass auf dessen Ausgangsleitung 35 eine Gleichspannung UV gegen Bezugspotential 48 besteht. Diese Spannung UV wird in dem Inverter 38 invertiert, so dass auf dessen Ausgangsleitung 39 der negative Absolutbetrag der Spannung UV auftritt.

[0020] Die Mischstufe 22 enthält im wesentlichen einen im einzelnen nicht dargestellten Summierer, der das Signal UM mit dem am zweiten Eingang 23 anstehenden negativen Signal kombiniert. Am Ausgang 25 der Mischstufe 22 erscheint ein Änderungssignal UD gegenüber Bezugspotential 48 entsprechend der Differenz aus den Signalen bei 21 und 23. Das Brückengleichgewicht wird, wie noch erläutert wird, für den Kapazitätswert 0 des Kondensators 56 ( $\Delta CM$ ) eingestellt, damit sind die Signale UM und UV betragsmäßig gleich.

[0021] Das Änderungssignal am Ausgang 25 wird einer Auswerteschaltung 20 zugeführt, die eine Reihenschaltung aus einem Gleichspannungsverstärker 24 und einer Triggerstufe 26 aufweist. Der Gleichspannungsverstärker 24 verstärkt das Änderungssignal auf Leitung 25 auf einen Wert, der der nachgeschalteten Triggerstufe 26 zugeführt wird. Je genauer die Signale UM und UV betragsmäßig einander durch Abgleich gleich gemacht sind, desto größer kann der Verstärkungsfaktor des Gleichspannungsverstärkers 24 gewählt werden. Zum Abgleich dient ein Potentiometer 14, welches zwischen dem Ausgang 39 und Bezugspotential geschaltet ist und dessen Abgriff am Eingang 23 des Summierers 22 anliegt.

[0022] Die Übertragungseigenschaften für das Aus-

gangssignal des Generators 10 über den ersten Brückenzweig 5 und über den zweiten Brückenzweig 3 müssen gleich sein. Das bedeutet, dass der Referenzwiderstand 32 nicht notwendigerweise dem äquivalenten Widerstandswert des Kondensators 52 entsprechen muß. Bei Abweichungen kann der Vergleichskanal 34 hinsichtlich seiner Verstärkungsfaktors so eingestellt werden, dass die erwähnte Übertragungseigenschaft für das Ausgangssignal des Generators 10 über beide Brückenzweige 5, 3 gleich bleibt. Im übrigen sollten der Vergleichskanal 34 und der Meßkanal 54 identisch sein, was insbesondere für die Temperaturabhängigkeit (Drift) ihrer jeweiligen Ausgangssignale zutreffen soll. Daher empfiehlt es sich, den Vergleichskanal 34 und den Meßkanal 54 zu einer integrierten Schaltung körperlich zusammenzufassen.

[0023] Die Mischstufe 22, die zweckmäßig Ohm'scher Natur sein kann, zeigt üblicherweise aufgrund ihres einfachen Aufbaus keine Drift ihres Ausgangssignals. Ein Temperaturgang der Ausgangssignale des Inverters 38 einerseits und des Gleichspannungsverstärkers 24 andererseits ist dagegen zu erwarten. Da der Inverter 38 negativ verstärkt (invertiert) und der Gleichspannungsverstärker 24 andererseits positiv verstärkt, kann die Drift beider Schaltungen zweckmäßig dadurch kompensiert werden, dass der Inverter 38 und der Gleichspannungsverstärker 24 ebenfalls zu einer integrierten Schaltung körperlich verbunden werden.

[0024] Eine weitere Stabilitätsmaßnahme ist in einer weiteren Ausführungsform der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 2 durch einen zusätzlichen Regelkreis 40 für das Ausgangssignal des Generators 10 vorgesehen. Dazu wird das Ausgangssignal UV des Vergleichskanals 34 als Istsignal einem Eingang 41 eines Regelverstärkers 42 zugeführt, dessen anderer Eingang 43 als Sollsignal eine Referenz-Normalspannung UR aus einer Schaltung 44 aufnimmt. Das Stellsignal aus dem Regelverstärker 42 auf Leitung 45 wird einem Steuereingang 47 des Generators 10 zugeführt. Damit führt der Regelkreis 40 das Signal UV stets auf das Signal UR hin. Durch diese Schaltungsausführung können gleichzeitig die Driftgrößen mehrerer Schaltungskomponenten gegenseitig kompensiert werden.

[0025] Da im Betrieb der Schaltungsanordnung nach Fig. 2 die Spannung UV stets gleich der Spannung UR ist, ist auch eine Gestaltung der Schaltungsanordnung nach Fig. 3 möglich. Sie unterscheidet sich nur dadurch von der Schaltungsanordnung nach Fig. 2, dass dem Inverter 38 nicht das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal UV sondern die Spannung UR aus der Schaltung 44 über Leitung 33 zugeführt wird, ohne dass sich dadurch an dem beschriebenen grundstätzlichen Betriebsverhalten der Schaltungsanordnung Änderung ergäben, allerdings wird so eine optimale Driftkompensation für die gesamte Schaltungsanordnung erzielt.

[0026] Die Erfindung lässt sich als kapazitiver Annä-

herungsschalter beispielsweise bei der Prüfung auf das Vorhandensein einer Compact Disk (CD) in einer geschlossenen Verpackung verwenden. Die CD-Verpackung liegt auf einer metallischen Rollenbahn auf. Die

- 5 Rollenbahn sowie alle auf Schutzleiter liegenden Maschinenteile bilden in der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung die mit dem Wechselspannungsgeneratorausgang verbundene Elektrode des Kondensators 52. Die andere Kondensatorelektrode hat die gleiche
- 10 Form und Abmessung wie die CD selbst und ist bei dem Meßvorgang zur CD-Verpackung im Abstand von beispielsweise 5 mm deckungsgleich positioniert. Die der CD-Verpackung entgegengesetzte Seite der Kondensatorelektrode sowie das Kabel bis zum Eingang des Wechselspannungsverstärkers 54 sind abgeschirmt. Enthält eine CD-Verpackung keine CD, bewirkt dies relativ zu einer CD-Verpackung mit eingeschlossener CD eine Änderung der Dielektrizitätskonstanten und damit eine Kapazitätsänderung am Kondensator 52, die von
- 15 der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung erfasst werden kann. Gegenüber einem üblichen kapazitiven Annäherungsschalter mit beispielsweise 30 mm Durchmesser aktiver Elektrodenfläche kann so die Kapazitätsänderung um den Faktor 50 vergrößert werden. Damit wird also auch eine um den Faktor 50 vergrößerte Meßsicherheit erzielt.

- [0027] Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Detektion von Produkten mit sehr niedriger Dielektrizitätskonstante, wie z.B. aufgeschäumte Verpackungsmittel. Durch die extreme Temperaturkonstanz der Schaltungsanordnung einerseits sowie die leichte Anpassungsmöglichkeit an nahezu beliebig große Meßkapazitäten und damit einhergehender Vergrößerung der variablen Kapazität andererseits sind auch solche Produkte absolut sicher meßtechnisch zu erfassen.

- [0028] Die mit der Generatoreingangsleitung 12 verbundene Elektrode des Kondensators 52 kann mit dem vom internen Bezugspotential 48 verschiedenen Maschinenpotential 18 verbunden bzw. durch dieses selbst gebildet werden.

## Patentansprüche

- 45 1. Schaltungsanordnung zum Erfassen von Kapazitätsänderungen eines Kondensators, bei der in einem ersten Brückenzweig einer mit einer Wechselspannung beaufschlagten Brückenschaltung der Kondensator und in einem elektrisch parallelen zweiten Brückenzweig ein Referenzwiderstand vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Brückenzweige (3, 5) für das Ausgangssignal eines Wechselspannungsgenerators (10) gleiche Übertragungseigenschaft haben, das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal von dem verstärkten und gleichgerichteten Kondensator-Ausgangssignal subtrahiert und das sich aus der Subtraktion ergebende Ände-

prungssignal einer Anzeigeschaltung (20) zugeführt wird.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Referenzwiderstand (32) ein rein Ohm'scher Widerstand (31) ist. 5

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstandswert des Referenzwiderstandes (32) einstellbar ist. 10

4. Schaltungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Brückenzweig (3, 5) je einen Wechselspannungsverstärker (54, 34) mit Gleichrichter aufweist, wobei die Wechselspannungsverstärker (54, 34) elektrisch gleichartig sind. 15

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Wechselspannungsverstärker (54, 34) mit Gleichrichtern als integrierter Schaltkreis ausgebildet sind. 20

6. Schaltungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Subtraktion durch einen Inverter (38) für das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal und eine nachgeschaltete Mischstufe (22) realisiert ist. 25

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzeigeschaltung (20) eine Reihenschaltung aus einem Gleichspannungsverstärker (24) für das Änderungssignal und einer Triggerstufe (26) aufweist. 30

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gleichspannungsverstärker (24) und der Inverter (38) zu einer integrierten Schaltung vereinigt sind. 35

9. Schaltungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche **gekennzeichnet durch** einen Regelkreis (40) zur Stabilisierung des Wechselspannungs-Ausgangssignals des Generators (10). 40

10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regelkreis (40) einen Regelverstärker (42) aufweist, der an einem Eingang (41) das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal als Ist-Signal und an einem zweiten Eingang (43) ein Spannungsnormal (UV) als Soll-Signal aufnimmt und an seinem Ausgang (45) ein Stellsignal für den Generator (10) liefert. 45

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Inverter (38) ein-gangsseitig das Spannungsnormal (UV) statt das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal zugeführt ist. 50

12. Schaltungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abgleichseinrichtung (14) für das verstärkte und gleichgerichtete Referenzwiderstands-Ausgangssignal für dessen Abgleich mit dem verstärkten und gleichgerichteten Kondensator-Ausgangssignal vorgesehen ist. 55

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgleichseinrichtung ein Potentiometer (14) aufweist, dessen Abgriff einen zweiten Eingang (23) einer Mischstufe (22) zugeführt ist, deren erster Eingang (21) das verstärkte und gleichgerichtete Kondensator-Ausgangssignal aufnimmt.

14. Verwendung der Schaltungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche zur Erfassung von Stoffen oder Gegenständen zwischen den Platten des Kondensators, die unterschiedliche Dielektrizitätskonstante haben.

15. Verwendung der Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 als Annäherungssensor. 30

35

40

45

50

55

Fig. 1

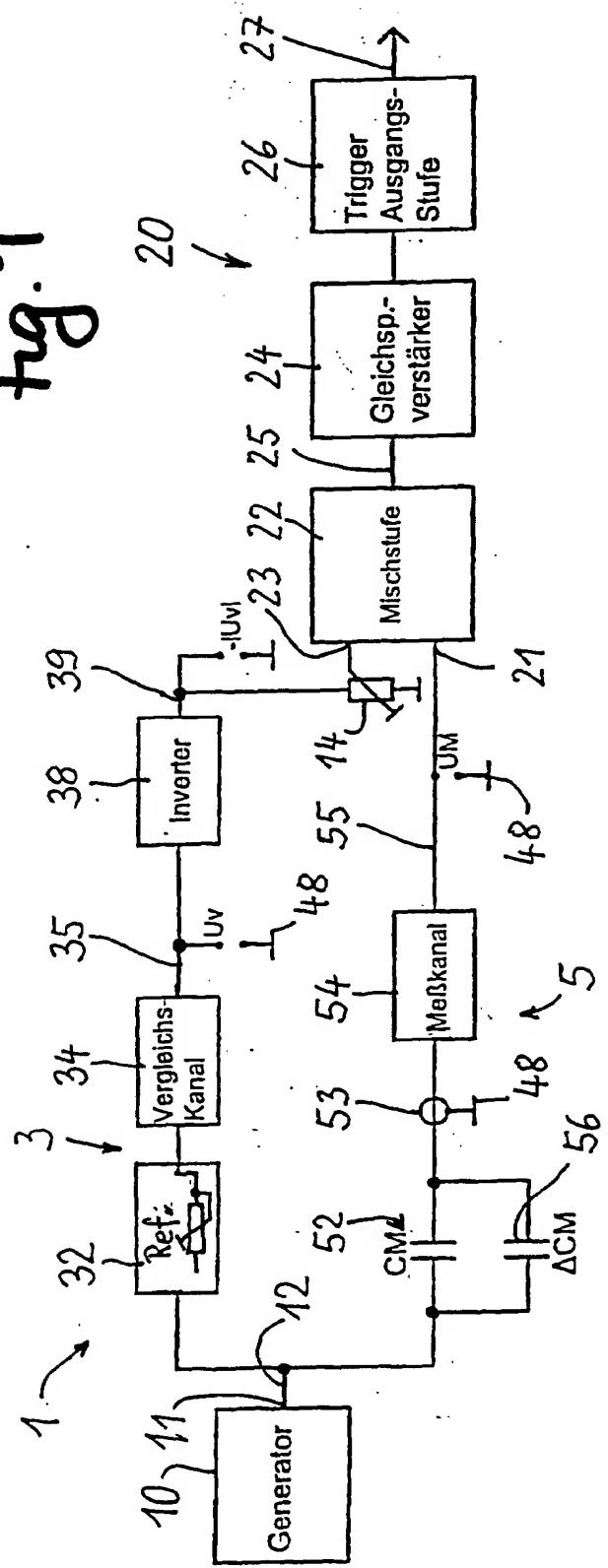


Fig. 2

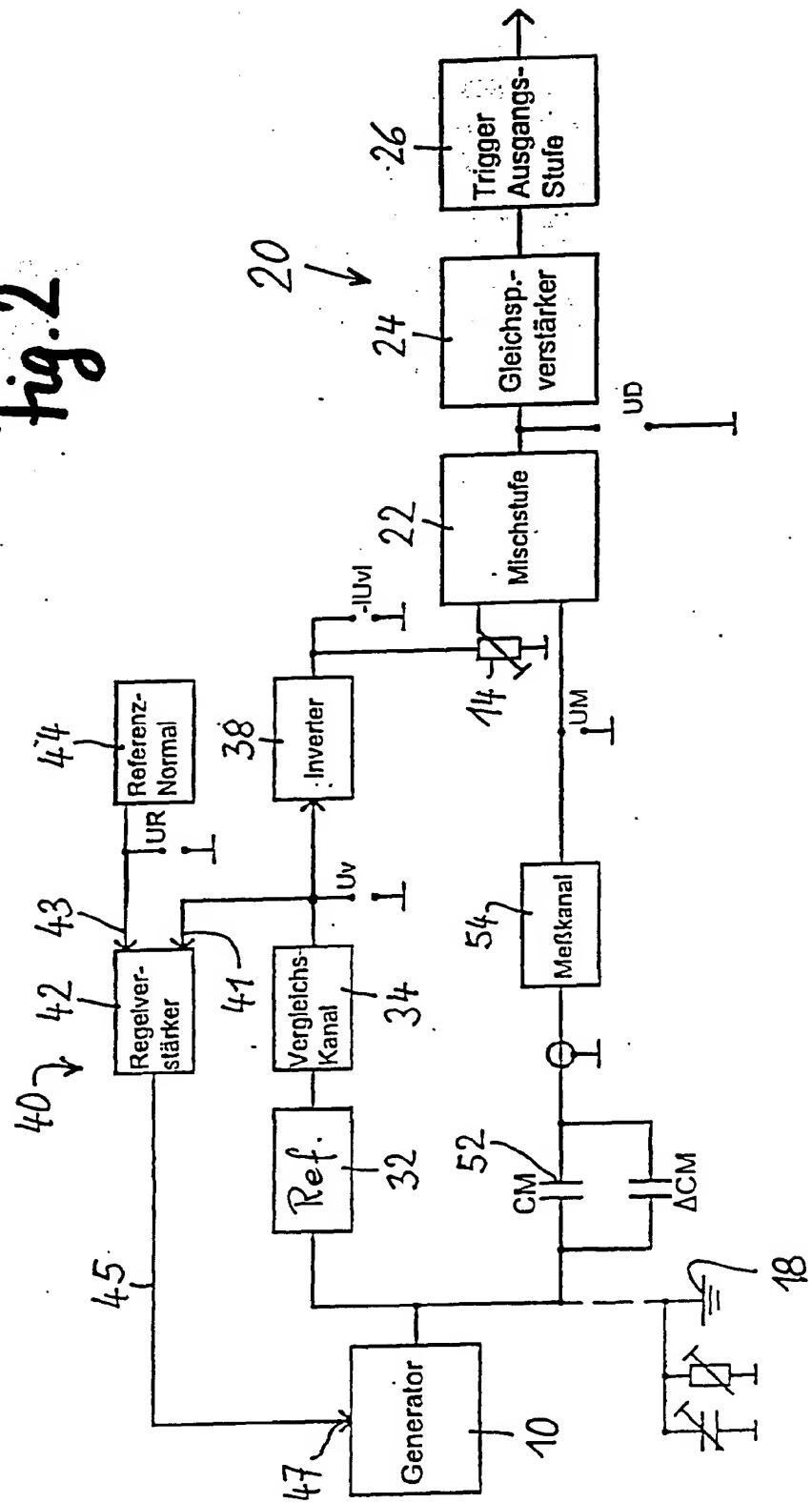


Fig. 3

